

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2002 年 2 月 14 日 (14.02.2002)

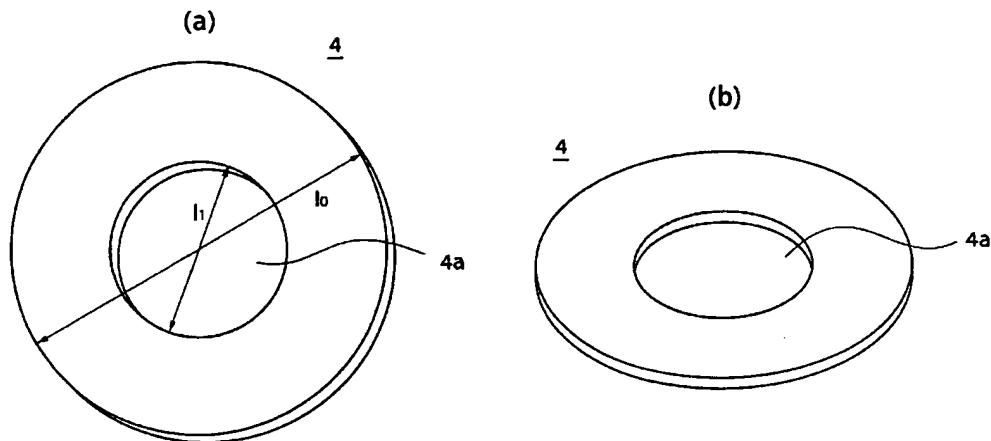
PCT

(10) 国際公開番号
WO 02/13248 A1

- (51) 国際特許分類: H01L 21/304, B24B 37/00 (ISHIKAWA, Akira) [JP/JP]. 井出 悟 (IDE, Satoru) [JP/JP]. 山本栄一 (YAMAMOTO, Eiichi) [JP/JP]. 田中 潔 (TANAKA, Kiyoshi) [JP/JP]. 三井貴彦 (MITSUI, Takahiko) [JP/JP]; 〒100-1005 東京都千代田区丸の内三丁目2番3号 株式会社 ニコン内 Tokyo (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP01/00693
- (22) 国際出願日: 2001 年 2 月 1 日 (01.02.2001)
- (25) 国際出願の言語: 日本語 (74) 代理人: 細江利昭 (HOSOE, Toshiaki); 〒221-0822 神奈川県横浜市神奈川区西神奈川一丁目 3 番 6 号 コーポラジ605号 Kanagawa (JP).
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ: 特願2000-235590 2000 年 8 月 3 日 (03.08.2000) JP (81) 指定国 (国内): KR, US.
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社 ニコン (NIKON CORPORATION) [JP/JP]; 〒100-1005 東京都千代田区丸の内三丁目2番3号 Tokyo (JP). 添付公開書類:
— 国際調査報告書
- (72) 発明者; および 2 文字コード及び他の略語については、定期発行される
(75) 発明者/出願人 (米国についてののみ): 石川 彰 各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語
のガイダンスノート」を参照。

(54) Title: CHEMICAL-MECHANICAL POLISHING APPARATUS, POLISHING PAD, AND METHOD FOR MANUFACTURING SEMICONDUCTOR DEVICE

(54) 発明の名称: 化学機械研磨装置、研磨パッド、および半導体デバイスの製造方法



(57) Abstract: A chemical-mechanical polishing apparatus for polishing a wafer while a polishing liquid is interposed between a polishing pad and the wafer by relatively moving the polishing pad and the wafer is characterized in that the shape of the polishing pad is an annular body formed by making a circular or elliptic hole in a circular or elliptic plate. The diameter l_i of the hole in the annular polishing pad is 5-75%, preferably, 30-50% of the outside diameter l_o of the polishing pad. The outside diameter of the annular polishing pad is 0.5-0.75 times the outside diameter of a wafer (W) having a metallic film to be polished when the shape of the polishing pad is circular; and the length of the minor axis of the polishing pad is 0.35-0.40 times the outside diameter of the wafer (W) and the length of the major axis of the polishing pad is 0.5-0.75 times the outside diameter when the shape of the polishing pad is elliptic.

[続葉有]



(57) 要約:

研磨パッドと基板との間に研磨液を介在させた状態で、前記研磨パッドと前記基板とを相対移動させることにより、前記基板を研磨する化学機械研磨装置において、前記研磨パッドの形状は、円または楕円の中央部をより小さい径の円状または楕円状に削り貫いた環状体であることを特徴とする。環状研磨パッドの削り貫かれた内径 l_i は、研磨パッド外径 l_o の長さの 5～75%、好ましくは 30～50% である。

研磨される金属膜を有する基板 w の外径に対する研磨パッドの外径は、円環状パッドのときは 0.5～0.75 倍、楕円環状パッドのときは、短径が 0.35～0.40 倍、長径が 0.5～0.75 倍である。

明 細 書

化学機械研磨装置、研磨パッド、および半導体デバイスの製造方法

技術分野

本発明は、基板の厚み分布の均一性が優れる基板を製造することができる化学機械研磨装置、研磨パッド、および前記化学機械研磨装置を用いた半導体デバイスの製造方法に関するものである。

背景技術

スピンドル軸に軸承された研磨パッドを用い、該研磨パッド面に研磨材スラリーを供給しながらチャックに保持されたウェハを圧接し、パッドとウェハを同一方向または逆方向に回転させてウェハを研磨またはCMP研磨（Chemical Mechanical Polishing 又は Chemical Mechanical Planarization）する研磨装置は知られている（特開平6-21028号、特開平7-266219号公報、特開平8-192353号公報、特開平8-293477号公報、特開平10-173715号公報、特開平11-156711号公報、英国公開特許第2331948号公報等）。

パッド素材としては、硬質発泡ウレタンシート、ポリエステル繊維不織布、フェルト、ポリビニールアルコール繊維不織布、ナイロン繊維不織布、これら不織布上に発泡性ウレタン樹脂溶液を流延させ、ついで発泡・硬化させたもの等が使用されている。

従来、パッド形状は、研磨される基板の形状と同じく円形であり、厚み1～7mmのものがアルミニウム板やステンレス板などの取付板に貼付されて使用されていた。

かかる円形パッドを用いて金属膜を有する基板をCMP研磨するには、

例えば特開平 10-173715 号公報、特開平 11-156711 号公報に示されるように、金属膜を有する基板を、金属膜面を上向きにしてチャックテーブルに保持し、軸芯を鉛直方向に有するスピンドル軸に軸承された取付板に貼付された研磨パッド面を、遊離研磨砥粒を介して

5 相対的に前記基板に押圧し、該基板と研磨パッドを摺動させ、かつ、研磨パッドを基板表面で 20～50 mm 左右方向に揺動させて基板表面の金属膜の少なくとも一部を除去して化学機械研磨を行っていた。

この研磨パッドの径は、金属膜を有する基板の径の略 1/2 であり、研磨パッドを基板表面で 20～50 mm 左右方向に揺動させるとともに

10 パッドを 150～800 rpm と高速で回転させて研磨し、300 mm 径の基板の CMP 研磨に要求される高速加工を満足するが、高速研磨ゆえに得られる基板の金属層のディッシングが 200～320 nm と大きく、エロージョンも絶縁層に対する金属膜の密度が高いと 60～100 nm と大きく、デバイスウエハにおいてデバイス層が 5～10 層と高集

15 積化する用途においてはディッシングを 60 nm 以下に、エロージョンを 80 nm 以下とすることが市場より要求されている。

発明の開示

本発明は、研磨パッドと基板との間に研磨液を介在させた状態で、前

20 記研磨パッドと前記基板とを相対移動させることにより、前記基板を研磨する化学機械研磨装置であって、上記市場要求を満たすものを提供することを目的とする。

また、本発明は、上記化学機械研磨装置に使用され、上記市場要求を満たす研磨パッドを提供することを目的とする。

25 さらに、本発明は、研磨工程でのディッシングおよびエロージョンに関する市場要求を満たすことにより歩留の向上を図り、それにより従来

の半導体デバイス製造方法に比べて低コストで半導体デバイスを製造することができる半導体デバイス製造方法を提供することを目的とする。

以下、本発明の内容を説明する。

請求の範囲第 1 項に記載の発明は、研磨パッドと基板との間に研磨液
5 を介在させた状態で、前記研磨パッドと前記基板とを相対移動させることにより、前記基板を研磨する化学機械研磨装置であって、前記研磨パッドの形状が、円または楕円の中央部をより小さい径の円状または楕円状に削り貫いた環状体であることを特徴とするものである。

この発明においては、中央部を削り貫いた環状の研磨パッドを用いて
10 化学機械研磨することにより高速研磨加工においてもディッシングおよびエロージョンを低減することが可能となる。

請求の範囲第 2 項に記載の発明は、金属膜を有する基板を、金属膜面を上向きにしてチャックテーブルに保持し、軸芯を鉛直方向に有するスピンドル軸に軸承された取付板に貼付された研磨パッド面を、遊離研磨
15 砥粒を介して相対的に前記基板に押圧し、該基板と研磨パッドを摺動させて基板表面の金属膜の少なくとも一部を除去する化学機械研磨装置であって、前記研磨パッドの昇降機構と、前記研磨パッドを左右方向に往復移動する移送機構とを有し、前記研磨パッドの形状は、円または楕円の中央部をより小さい径の円状または楕円状に削り貫いた環状体であり、
20 研磨パッドの径は基板の径よりも小さいことを特徴とするものである。

この発明においては、中央部を削り貫いた環状の研磨パッドを用い、かつ、該研磨パッドを研磨時に左右方向に往復揺動させながら化学機械研磨することにより高速研磨加工においてもディッシングを 60 nm 以下に、エロージョンを 80 nm 以下と抑制することが可能となった。

25 請求の範囲第 3 項に記載の発明は、P-T E O S 膜を有する S T I 基板を、P-T E O S 膜面を上向きにしてチャックテーブルに保持し、軸

芯を鉛直方向に有するスピンドル軸に軸承された取付板に貼付された研磨パッド面を、遊離研磨砥粒を介して相対的に前記基板に押圧し、該基板と研磨パッドを摺動させて基板表面のP-T E O S膜の少なくとも一部を除去する化学機械研磨装置であって、前記研磨パッドの昇降機構と、

5 前記研磨パッドを左右方向に往復移動する移送機構とを有し、前記該研磨パッドの形状は、円または楕円の中央部をより小さい径の円状または楕円状に割り貫いた環状体であり、研磨パッドの径は基板の径よりも小さいことを特徴とするものである。

請求の範囲第4項に記載の発明は、金属膜のパターン模様の上に絶縁

10 層膜が施された基板を、絶縁層膜面を上向きにしてチャックテーブルに保持し、軸芯を鉛直方向に有するスピンドル軸に軸承された取付板に貼付された研磨パッド面を、遊離研磨砥粒を介して相対的に前記基板に押圧し、該基板と研磨パッドを摺動させて基板表面の絶縁層膜の少なくとも一部を除去する化学機械研磨装置であって、前記研磨パッドの昇降機

15 構と、前記研磨パッドを左右方向に往復移動する移送機構とを有し、前記該研磨パッドの形状は、円または楕円の中央部をより小さい径の円状または楕円状に割り貫いた環状体であり、研磨パッドの径は基板の径よりも小さいことを特徴とするものである。

請求の範囲第3項に記載の発明、及び請求の範囲第4項に記載の発明

20 においては、金属膜の除去ばかりでなく、絶縁層の除去、S T IのP-T E O S膜の除去においてもディッシング、エロージョンを抑制できる。

請求の範囲第5項に記載の発明は、請求の範囲第2項に記載の発明から請求の範囲第4項に記載の発明のいずれかであって、前記移送機構は、前記基板に対する前記研磨パッドの位置に応じて前記研磨パッドの左右

25 方向の移動速度を変化させる機能を有することを特徴とするものである。

この発明においては、ディッシング、エロージョンを、より効果的に

抑制することができる。

請求の範囲第 6 項に記載の発明は、研磨パッドと、最大外径寸法が前記研磨パッドの最大外径寸法より小さいかほぼ同じである基板との間に、研磨液を介在させた状態で、前記研磨パッドと前記基板とを相対移動させることにより、前記基板を研磨する化学機械研磨装置であって、前記研磨パッドの形状が環状体であることを特徴とする化学機械研磨装置である。

請求の範囲第 7 項に記載の発明は、請求の範囲第 6 項に記載の化学機械研磨装置であって、前記研磨パッドの形状が、円又は楕円の中央部を、より小さい径の円状又は楕円状に削り貫いた環状体であることを特徴とする化学機械研磨装置である。

これら、請求項 6 及び請求項 7 に記載の発明においては、環状体の研磨パッドを用いて化学機械研磨することによって、高速研磨加工においてもディッシング、エロージョンを抑制できる。

請求の範囲第 8 項に記載の発明は、請求の範囲第 1 項に記載の発明から請求の範囲第 7 項に記載の発明のいずれかであって、前記研磨パッドの削り貫かれた内径が、前記研磨パッドの外径の 5 ～ 75 % の長さであることを特徴とするものである。

本発明においては、上記研磨パッドの削り貫き割合とすることによりディッシング、エロージョンを効果的に抑制することができる。

請求の範囲第 9 項に記載の発明は、形状が環状体であり、最大寸法が研磨される基板の最大寸法より小さいか、ほぼ同じであることを特徴とする研磨パッドである。

請求の範囲第 10 項に記載の発明は、請求の範囲第 9 項に記載の研磨パッドであって、形状が、円又は楕円の中央部を、より小さい径の円状又は楕円状に削り貫いた環状体であることを特徴とする研磨パッドであ

る。

これら請求の範囲第9項又は第10項に記載の研磨パッドを用いることにより、化学機械研磨装置において、高速研磨加工においてもディッシング、エロージョンを抑制できる。

- 5 請求の範囲第11項に記載の発明は、請求の範囲第10項に記載の研磨パッドであって、前記削り貫かれた部分の径は、前記研磨パッドの外径の5～75%の長さであることを特徴とする研磨パッドである。

本発明においては、上記研磨パッドの削り貫き割合とすることによりディッシング、エロージョンを効果的に抑制することができる。

- 10 請求の範囲第12項に記載の発明は、請求の範囲第1項に記載の発明から請求の範囲第8項に記載の発明のいずれかの化学機械研磨装置を用いて半導体ウェハの表面を平坦化する工程を有することを特徴とする半導体デバイスの製造方法である。

- CMP工程に請求の範囲第1項に記載の発明から請求の範囲第8項に
15 記載の発明のいずれかの化学機械研磨装置を用いることにより、ディッシングおよびエロージョンに関する市場要求を満たすことができるので、歩留の向上を図り、それにより従来の半導体デバイス製造方法に比べて低コストで半導体デバイスを製造することができる。

- 以上説明したように、本発明の環状研磨パッドを備えた研磨装置、本
20 発明の研磨装置を用いて化学機械研磨を行うことにより、ディッシング、エロージョンが抑制され、パターン厚みの均一性の採れたデバイスウェハを得ることができる。さらに、絶縁層上に金属膜が施された基板上を左右方向に揺動する速度を基板に対する研磨パッドの位置により変えて化学機械研磨を行うことにより、ディッシング、エロージョンがさらに
25 抑制される。

また、金属パターンの上に絶縁層膜が形成された基板の絶縁層膜の除

去、STIのPEOS膜層の除去にもエロージョン、ディッシングを抑制して行うことができる。

- また、本発明は、CMP工程でのディッシングおよびエロージョンに関する市場要求を満たすことにより歩留まりの向上を図り、それにより
- 5 従来の半導体デバイス製造方法に比べて低コストで半導体デバイスを製造することができる半導体デバイス製造方法を提供することができる。

図面の簡単な説明

- 第1図は、研磨装置の斜視図である。
- 10 第2図は、研磨装置の斜視図である。
- 第3図は、研磨ヘッドとコンディショニング機構との位置関係を示す断面図である。
- 第4図は、研磨ヘッドの断面図である。
- 第5図は、研磨パッドの斜視図である。
- 15 第6図は、半導体デバイス製造プロセスを示すフローチャートである。
- 第7図は、研磨パッドの回転数とディッシングの相関図である。
- 第8図は、基板のパターン密度とエロージョンの相関図である。
- 第9図は、基板のパターン幅とディッシングの相関図である。
- 第10図は、STIのトレンチ幅とエロージョンの相関図である。
- 20 第11図は、STIのトレンチ密度とエロージョンの相関図である。

発明を実施するための最良の形態

- 以下、本発明をより詳細に説明するために、添付の図面に従って、本発明の実施の形態について最良と思われるものを説明するが、その内容
- 25 は本発明の範囲を限定するものでないことは言うまでもない。

まず、第1図～第4図を用いて、本発明を適用する一般的な化学機械

研磨装置の例の概要を示す。

第1図、第2図および第3図に示すインデックス型化学機械研磨装置1において、2は研磨ヘッド、2aは粗研磨用研磨ヘッド、2bは仕上研磨用ヘッド、3、3は回転軸、3aはモータ、3bは歯車、3cはプーリ、3dは歯車、4、4は研磨パッド、5、5はパッドコンディショニング機構、5aはドレッシングディスク、5bは噴射ノズル、5cは保護カバー、6、6は回転可能な洗浄ブラシ、7は研磨ヘッドの移送機構、7aはレール、7bは送りネジ、7cは送りネジに螺着させた移動体で研磨ヘッド2を具備させる。7d、7eは歯車、7fはモータ、8はヘッドの昇降機構であるエアシリンダ、9はウェハ（基板）wの収納カセット、10はローディング搬送用ロボット、11はウェハ仮置台、12は軸12eを軸芯として同一円周上に等間隔に設けられた回転可能な4基のウェハチャック機構12a、12b、12c、12dを備えるインデックステーブルで、テーブル12はs1のウェハローディングゾーン、s2の粗研磨ゾーン、s3のウェハ仕上研磨ゾーン、s4のウェハアンローディングゾーンに仕分けされている。

13はアンローディング用搬送ロボット、14aはチャックドレサー、14bはチャック洗浄機構、15はウェハ仮置台、16はベルトコンベア、17はウェハ洗浄機構である。

第4図に示す研磨ヘッド2において、ヘッド2は基板21の張り出し縁21aが加圧シリンダ20のフランジ部分20aに支えられ、研磨パッド（環状研磨布）4は研磨布取付板22を介して基板21に保持されている。加圧シリンダ20内の加圧室20b内にはダイヤフラム23が張り渡され、スピンドル軸3内を通じて加圧室20b内に圧縮空気が圧入され、その圧力によって基板21は3次元（X，Y，Z）方向に揺動自在に支えられ、パッド4はウェハ表面に対して平行に保もたてられる。

ヘッド 2 の中央に研磨液または洗浄液供給パイプ 24 が設けられ、パイプの先は研磨パッドの中央割り貫き部 4a を避けて研磨パッド環状体裏面に臨み、環状体を經由して基板の金属層表面に研磨液またはエッチング液が供給される。

- 5 次に、本発明に用いられる研磨パッドの例を示す。第 5 図に示す研磨パッド 4 において、(a) は本発明に用いられる円環状研磨パッド、(b) は本発明に用いられる楕円環状研磨パッドである。環状研磨パッドの割り貫かれた内径 l_i は、研磨パッド外径 l_o の長さの 5 ~ 75 %、好ましくは 30 ~ 50 % である。
- 10 研磨される金属膜を有する基板 w の外径に対する研磨パッドの外径は、円環状パッドのときは 0.5 ~ 0.75 倍、楕円環状パッドのときは、短径が 0.35 ~ 0.40 倍、長径が 0.5 ~ 0.75 倍である。
- パッド素材としては、硬質発泡ウレタンシート、ポリエステル繊維不織布、フェルト、ポリビニールアルコール繊維不織布、ナイロン繊維不
- 15 織布、これら不織布上に発泡性ウレタン樹脂溶液を流延させ、ついで発泡・硬化させたもの等が使用される。厚みは 1 ~ 7 mm である。また、これらの積層体も利用できる。
- 研磨剤液は、(a) コロイダルアルミナ、フームドシリカ、酸化セリウム、チタニア等の固型砥粒を 0.01 ~ 20 重量 %、(b) 硝酸銅、クエン酸鉄、過酸化マンガン、エチレンジアミンテトラ酢酸、ヘキサシアノ
- 20 鉄、フッ化水素酸、フルオロチタン酸、ジベルサルフェート、フッ化アンモニウム、二フッ化水素アンモニウム、過硫酸アンモニウム、過酸化水素、等の酸化剤 1 ~ 15 重量 %、(c) 界面活性剤 0.3 ~ 3 重量 %、(d) pH 調整剤、(e) 防腐剤、などを含有するスラリーが使用される
- 25 (特開平 6 - 313164 号公報、特開平 8 - 197414 号公報、特表平 8 - 510437 号公報、特開平 10 - 67986 号公報、特開平

10-226784号公報等参照)。

銅、銅-チタン、銅-タングステン、チタン-アルミニウム等の金属
研磨に適した研磨剤スラリーは、株式会社フジミインコーポレーテッド、
ロデール・ニッタ株式会社、米国のキャボット社、米国ロデール社より
5 入手できる。

前記の化学機械研磨装置を用いて絶縁層の上に金属膜を有するウェハ
を研磨する工程は、次のように行われる。

1) ウェハw1は、搬送ロボット10のアームによりカセット9より
取り出され仮置台11上に金属膜面を上向きにして載せられ、ここで裏
10 面を洗浄され、ついで搬送ロボットによりインデックステーブル12の
ウェハローディングゾーンs1に移送され、チャック機構12aにより
吸着される。

2) インデックステーブル12を90度時計回り方向に回転させてウ
ェハw1を第1研磨ゾーンs2に導き、スピンドル軸3を下降させてヘ
15 ッド2aに取り付けられた研磨パッド4をウェハw1に押圧し、スピン
ドル軸3とチャック機構の軸を回転させることによりウェハの化学機械
研磨を行う。この間、新たなウェハw2が仮置台の上に載せられ、ウェ
ハローディングゾーンs1に移送され、チャック機構12bにより吸着
される。

20 ウェハのCMP加工時、スピンドル軸3の中空部に設けた供給管24
より環状体4裏面に研磨剤液が10~100ml/分の割合で供給され
る。チャックテーブルに吸着されたウェハの回転数は、200~800
rpm、好ましくは300~600rpm、研磨パッドの回転数は40
0~3000rpm、好ましくは600~1000rpmである。

25 CMP加工中、研磨パッドをボールネジでウェハの中心点より左へ1
0~60mm幅、およびウェハの外周より10~60mm幅右へ行った

点間の距離を左右方向（X軸方向）に往復揺動させる。研磨パッドの往復揺動は、研磨パッド外周がウェハの中心点と外周間に位置するときを基準の速さとする、研磨パッドがウェハ中心点部では揺動速度をゆっくuriとし、ウェハ外周部では揺動速度を速くしてディッシングが均一に行なわれるようにする。例えば、揺動幅が40mmで、研磨パッド外周がウェハの中心点と外周間に位置するときの揺動速度を300mm/分のときは、ウェハ中心点部での研磨パッドの揺動速度を260mm/分、ウェハ外周部での研磨パッドの揺動速度を320mm/分とする。

ウェハ面への研磨パッドの押圧は、50～150g/cm²である。

10 第一研磨ゾーンs2での化学機械研磨が所望時間行なわれると、スピンドル軸3を上昇させ、右方向に後退させ、パッド洗浄機構5上に導き、ここで高圧ジェット水をノズル5bより吹き付けながら回転ブラシ6で表パッド面に付着した砥粒、金属研磨屑を取り除き、再び右方向に研磨パッドを移送し、研磨ゾーンs2上に待機させる。

15 3) インデックステーブルを時計回り方向に90度回動させ、研磨されたウェハw1を第二研磨ゾーンs3に導き、スピンドル軸3を下降させてヘッド2bに取り付けられた研磨パッド4を粗研磨されたウェハw1に押圧し、スピンドル軸3とチャック機構の軸を回転させることによりウェハの化学機械仕上研磨を行う。仕上げ研磨終了後は、スピンドル
20 軸3を上昇、右方向に後退させ、ヘッド2bに取り付けられた研磨パッドを洗浄機構5で洗浄し、再び右方向に移送し、第二研磨ゾーンs3上に待機させる。

この間、新たなウェハw3が仮置台の上に載せられ、ウェハローディングゾーンs1に移送され、チャック機構12cにより吸着される。また、第一研磨ゾーンs2ではウェハw2の化学機械粗研磨が実施される。

4) インデックステーブル12を時計回り方向に90度回動させ、研

磨されたウェハw1をアンローディングゾーンs4に導く。ついで、アンローディング搬送ロボット13で仕上研磨されたウェハを仮置台15へ搬送し、裏面を洗浄した後、更に搬送ロボット13でベルトコンベアを利用した移送機構へと導き、研磨されたウェハのパターン面に洗浄液5をノズル17より吹き付け洗浄し、さらにウェハを次工程へと導く。

この間、新たなウェハw4が仮置台の上に載せられ、ウェハローディングゾーンs1に移送され、チャック機構12dにより吸着される。また、第一研磨ゾーンs2ではウェハw3の化学機械粗研磨が、第二研磨ゾーンs3ではウェハw2の化学機械仕上研磨実施される。

10 5) インデックステーブル12を時計方向に90度回転させ、以下前記2)から4)の工程と同様の操作を繰り返し、ウェハの化学機械研磨を行う。

上記例において、化学機械研磨加工を第一粗研磨と第二仕上研磨に分けたのは、スループット時間を短縮するためであるが、CMP加工を一段で行ってもよいし、粗研磨、中仕上研磨、仕上研磨と三段階に分け、
15 よりスループット時間を短縮してもよい。三段階のCMP加工工程をとるときは、s1をウェハローディングとウェハアンローディングの兼用ゾーンとし、s2を第一研磨ゾーン、s3を第二研磨ゾーン、s4を第三研磨ゾーンとする。

20 また、研磨パッド素材は、第一研磨パッドと第二研磨パッドの素材を変えてもよい。

本発明の化学機械研磨装置は、金属パターンの上に絶縁層膜が形成された基板の絶縁層膜の除去、STIのPEOS膜層の除去にも勿論利用できる。

25 第6図は、半導体デバイス製造プロセスを示すフローチャートである。半導体デバイス製造プロセスをスタートして、まずステップS200で、

次に挙げるステップS201～S204の中から適切な処理工程を選択する。選択に従って、ステップS201～S204のいずれかに進む。

ステップS201はウェハの表面を酸化させる酸化工程である。ステップS202はCVD等によりウェハ表面に絶縁膜を形成するCVD工程である。ステップS203はウェハ上に電極を蒸着等の工程で形成する電極形成工程である。ステップS204はウェハにイオンを打ち込むイオン打ち込み工程である。

CVD工程もしくは電極形成工程の後で、ステップS205に進む。ステップS205はCMP工程である。CMP工程では本発明による研磨装置により、層間絶縁膜の平坦化や、半導体デバイスの表面の金属膜の研磨によるダマシン（damascene）の形成等が行われる。

CMP工程もしくは酸化工程の後でステップS206に進む。ステップS206はフォトリソ工程である。フォトリソ工程では、ウェハへのレジストの塗布、露光装置を用いた露光によるウェハへの回路パターンの焼き付け、露光したウェハの現像が行われる。更に次のステップS207は現像したレジスト像以外の部分をエッチングにより削り、その後レジスト剥離が行われ、エッチングが済んで不要となったレジストを取り除くエッチング工程である。

次にステップS208で必要な全工程が完了したかを判断し、完了していなければステップS200に戻り、先のステップを繰り返して、ウェハ上に回路パターンが形成される。ステップS208で全工程が完了したと判断されればエンドとなる。

本発明による半導体デバイス製造方法では、CMP工程において本発明による化学機械研磨装置を用いているため、CMP工程でのディッシングおよびエロージョンに関する市場要求を満たすことによりCMP工程での歩留まりが向上する。これにより、従来の半導体デバイス製造方

法に比べて低コストで半導体デバイスを製造することができるという効果がある。

なお、上記の半導体デバイス製造プロセス以外の半導体デバイス製造プロセスのCMP工程に本発明による研磨装置を用いても良い。

5 (実施例1)

基板として300mm径の酸化珪素絶縁膜上に銅膜を設けたシリコン基板を、研磨剤としてA社の銅膜研磨用スラリーを50ml/分の量、研磨パッドとしてポリウレタン樹脂を素材とした外径150mmの円盤の中央部50mm径を削り貫いた円環状パッドを、研磨装置として第1
10 図に示す自動化学機械研磨装置を用い基板の研磨を行った。

基板チャックテーブルの回転数を400rpm、研磨パッドの回転数を700rpm、基板にかかる研磨パッドの圧力を1.4psi(100g/cm²)とし、左右揺動幅を54mm(揺動開始点は基板外径より27mm左内側、基板中心点より27mm右内側)とし、揺動速度を
15 基板外径より27mm左内側から基板外周側においては260mm/分、基板中心点より27mm右内側から基板中心点においては320mm/分、その間においては300mm/分で研磨を行って(スループット時間 3.0分)、パターン幅150μmのウェハを得た。その結果、ディッシングは、18nmであった。

20 (比較例1)

研磨パッドとしてポリウレタン樹脂を素材とした外径150mmの円盤状パッドで中央部を削り貫かないものを用いた他は、実施例1と同じ条件で基板の研磨を行って、パターン幅150μmのウェハを得た。ディッシングは241nmであり、実施例に比してはるかに大きかった。

25 (比較例2)

研磨パッドとしてポリウレタン樹脂を素材とした長径160mm、短

径 80 mm の楕円盤状パッドで中央部を削り貫かないものを用いた他は、実施例 1 と同じ条件で、パターン幅 150 μm のウェハを得た。

ディッシングは 124 nm であり、比較例 1 に比しては小さかったが、実施例 1 に比してははるかに大きかった。

- 5 実施例 1、比較例 1 および比較例 2 において、それぞれ他の条件を同じとして、研磨パッドの回転数のみを変えて研磨を行った際に得られたウェハのディッシングと研磨パッドの回転数との相関を第 7 図に示す。実施例 1 においては、研磨パッドの回転数を約 350 rpm 以上とすれば、ディッシングは市場要求値に入るが、比較例 1、比較例 2 のいずれ
- 10 においても、研磨パッドの回転数を 700 rpm まで上げて、ディッシングは市場要求値に入らない。

それぞれ実施例 1 および比較例 1 に示す条件で、絶縁層に対するパターン密度が異なる基板の研磨を行った場合の、絶縁層に対するパターン密度とエロージョンの相関を第 8 図に示す。

- 15 これによると、パターン密度が大きくなっても、エロージョンは、比較例 1 に比べて実施例 1 の方が小さく抑えられていることがわかる。

- 実施例 1 および比較例 1 に示す条件で、パターン幅の異なる基板の研磨を行った場合の、パターン幅とディッシングの相関を第 9 図に示す。第 9 図によると、150 ~ 600 μm のパターン幅に対して、実施例 1 の
- 20 場合は、ディッシングはいずれも市場要求値以下となっているが、比較例 1 の場合は、ディッシングは市場要求値に入らないことが分かる。

(実施例 2)

- ウェハとして、300 mm 径のシリコン基板の表面に 15 nm の酸化珪素絶縁層、その上に 200 nm の窒化珪素絶縁層、さらにその上に 8
- 25 00 nm の P-T E O S 層を設けた S T I 基板(トレンチ幅 250 μm 、トレンチ密度 50%) を用い、研磨剤として B 社の酸化セリウム砥粒 1

重量%含有研磨剤スラリーを用いる他は、実施例1と同じ条件として、4分間研磨を行った。

その結果、トレンチのエロージョンは41nmであり、除かれたSiNは12nmであった。同じ条件でトレンチ幅を変えて研磨を行った場合
5 の、トレンチ幅とエロージョンの相関を第10図に、同じ条件でトレンチ密度を変えて研磨を行った場合の、トレンチ密度とエロージョンの相関を第11図に示す。

これより、トレンチエロージョンが発生しても、トレンチ幅250 μ m、トレンチ密度50%のパターンでは、酸化珪素膜を露出することなく、窒
10 化珪素絶縁層内で研磨を停止できていることが分かる。又、トレンチエロージョンがより進行する、トレンチ幅の大きい領域やトレンチ密度の小さい領域においても、酸化珪素膜を露出することなく、窒化珪素絶縁膜内で研磨を停止できることが分かる。

15 産業上の利用可能性

本発明の化学機械研磨装置及び研磨パッドは、絶縁層の上に形成された金属膜の除去、金属膜のパターン模様の上に絶縁層膜が施された基板表面の絶縁層膜の除去、STI (Shallow Trench Insulator) のP-T
TEOS層の除去に有用である。また、本発明の半導体デバイスの製造
20 方法は、微細なパターンを有する半導体デバイスを製造するのに有用である。

請 求 の 範 囲

1. 研磨パッドと基板との間に研磨液を介在させた状態で、前記研磨パッドと前記基板とを相対移動させることにより、前記基板を研磨する化学機械研磨装置であって、前記研磨パッドの形状が、円または楕円の中央部をより小さい径の円状または楕円状に削り貫いた環状体であることを特徴とする化学機械研磨装置。
2. 金属膜を有する基板を、金属膜面を上向きにしてチャックテーブルに保持し、軸芯を鉛直方向に有するスピンドル軸に軸承された取付板に貼付された研磨パッド面を、遊離研磨砥粒を介して相対的に前記基板に押圧し、該基板と研磨パッドを摺動させて基板表面の金属膜の少なくとも一部を除去する化学機械研磨装置であって、前記研磨パッドの昇降機構と、前記研磨パッドを左右方向に往復移動する移送機構とを有し、前記研磨パッドの形状は、円または楕円の中央部をより小さい径の円状または楕円状に削り貫いた環状体であり、研磨パッドの径は基板の径よりも小さいことを特徴とする化学機械研磨装置。
3. P-T E O S膜を有するS T I基板を、P-T E O S膜面を上向きにしてチャックテーブルに保持し、軸芯を鉛直方向に有するスピンドル軸に軸承された取付板に貼付された研磨パッド面を、遊離研磨砥粒を介して相対的に前記基板に押圧し、該基板と研磨パッドを摺動させて基板表面のP-T E O S膜の少なくとも一部を除去する化学機械研磨装置であって、前記研磨パッドの昇降機構と、前記研磨パッドを左右方向に往復移動する移送機構とを有し、前記研磨パッドの形状は、円または楕円の中央部をより小さい径の円状または楕円状に削り貫いた環状体であり、研磨パッドの径は基板の径よりも小さいことを特徴とする化学機械研磨装置。

4. 金属膜のパターン模様の上に絶縁層膜が施された基板を、絶縁層膜面を上向きにしてチャックテーブルに保持し、軸芯を鉛直方向に有するスピンドル軸に軸承された取付板に貼付された研磨パッド面を、遊離研磨砥粒を介して相対的に前記基板に押圧し、該基板と研磨パッドを摺動
- 5 させて基板表面の絶縁層膜の少なくとも一部を除去する化学機械研磨装置であって、前記研磨パッドの昇降機構と、前記研磨パッドを左右方向に往復移動する移送機構とを有し、前記研磨パッドの形状は円または楕円の中央部をより小さい径の円状または楕円状に削り貫いた環状体であり、研磨パッドの径は基板の径よりも小さいことを特徴とする化学機械
- 10 研磨装置。
5. 請求の範囲第2項から第4項のうちいずれか1項に記載の化学機械研磨装置であって、前記移送機構は、前記基板に対する前記研磨パッドの位置により前記研磨パッドの左右方向の移動速度を変化させる機能を有することを特徴とする化学機械研磨装置。
- 15 6. 研磨パッドと、最大外径寸法が前記研磨パッドの最大外径寸法より小さいかほぼ同じである基板との間に、研磨液を介在させた状態で、前記研磨パッドと前記基板とを相対移動させることにより、前記基板を研磨する化学機械研磨装置であって、前記研磨パッドの形状が環状体であることを特徴とする化学機械研磨装置。
- 20 7. 請求の範囲第6項に記載の化学機械研磨装置であって、前記研磨パッドの形状が、円又は楕円の中央部を、より小さい径の円状又は楕円状に削り貫いた環状体であることを特徴とする化学機械研磨装置。
8. 請求の範囲第1項から第7項のうちいずれか1項に記載の化学機械研磨装置であって、前記研磨パッドの削り貫かれた内径は、前記研磨パ
- 25 ッドの外径の5～75%の長さであることを特徴とする化学機械研磨装置。

9. 形状が環状体であり、最大寸法が研磨される基板の最大寸法より小さいか、ほぼ同じであることを特徴とする研磨パッド。

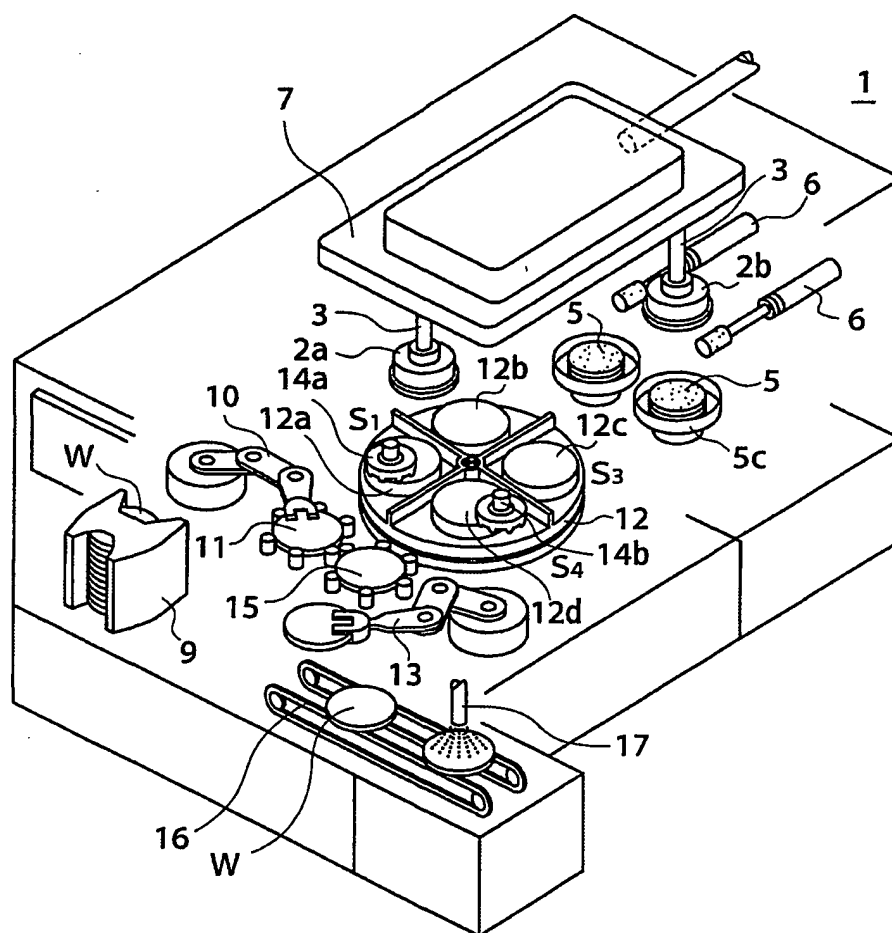
10. 請求の範囲第9項に記載の研磨パッドであって、形状が、円又は楕円の中央部を、より小さい径の円状又は楕円状に削り貫いた環状体であることを特徴とする研磨パッド。

11. 請求の範囲第10項に記載の研磨パッドであって、前記削り貫かれた部分の径は、前記研磨パッドの外径の5～75%の長さであることを特徴とする研磨パッド。

12. 請求の範囲第1項から第8項のうちいずれか1項に記載の化学機械研磨装置を用いて半導体ウェハの表面を平坦化する工程を有することを特徴とする半導体デバイスの製造方法。

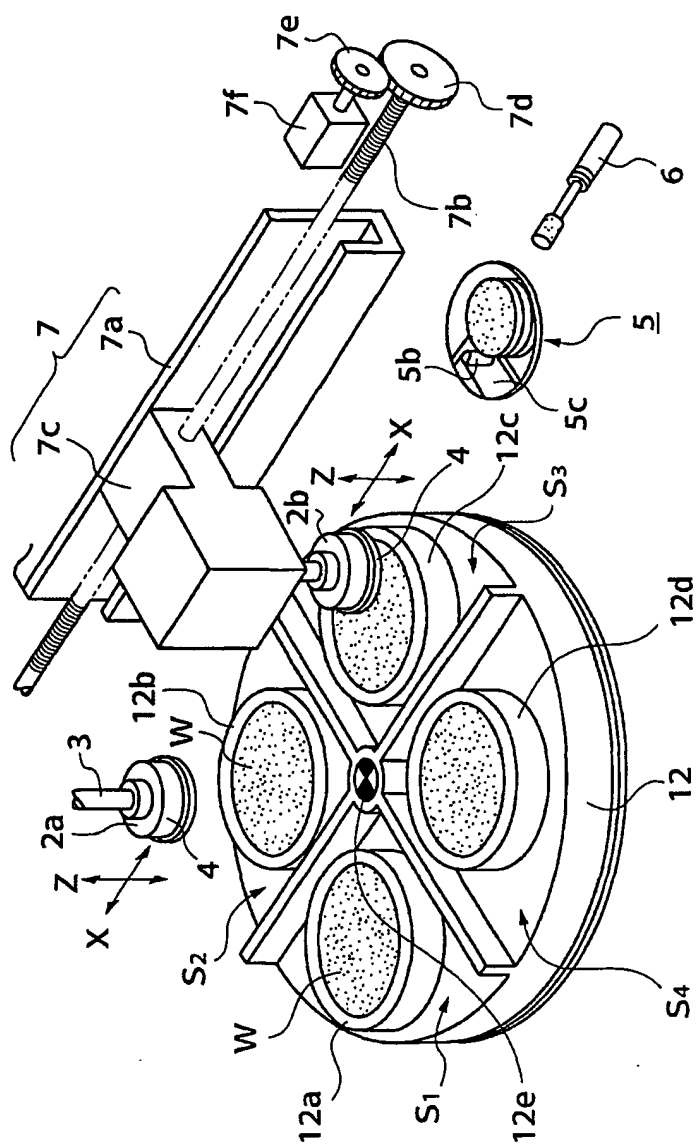
1/11

第1図



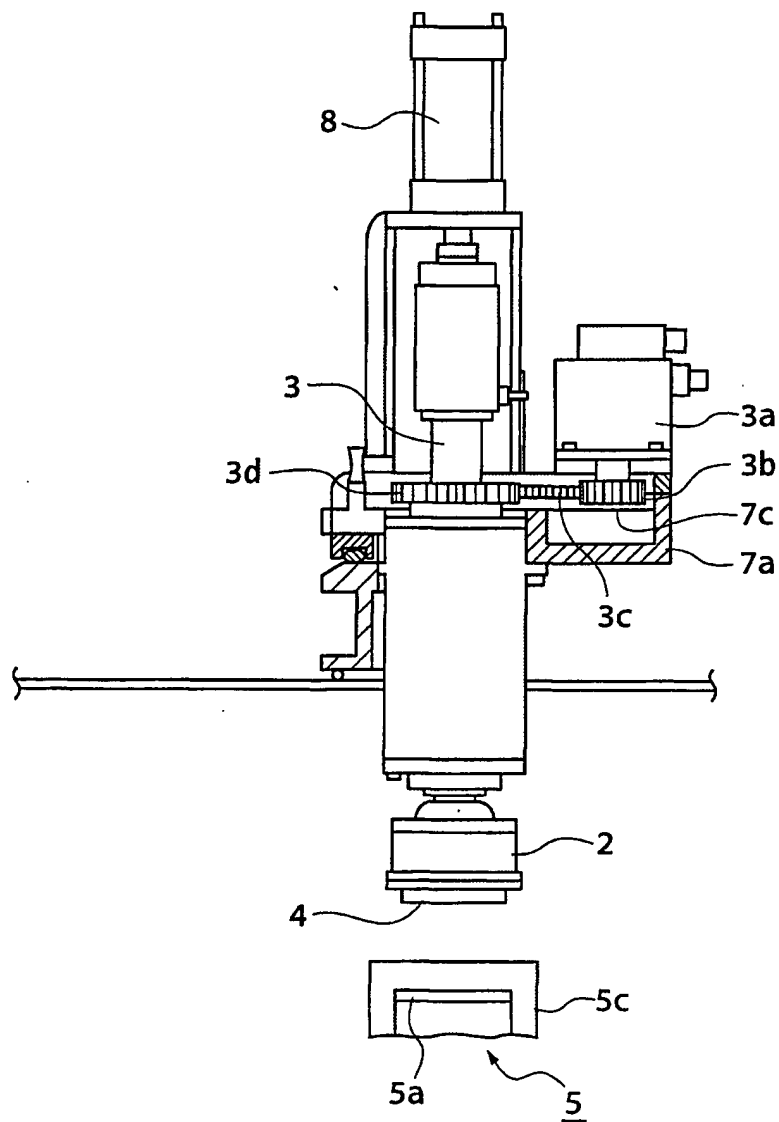
2/11

第2図



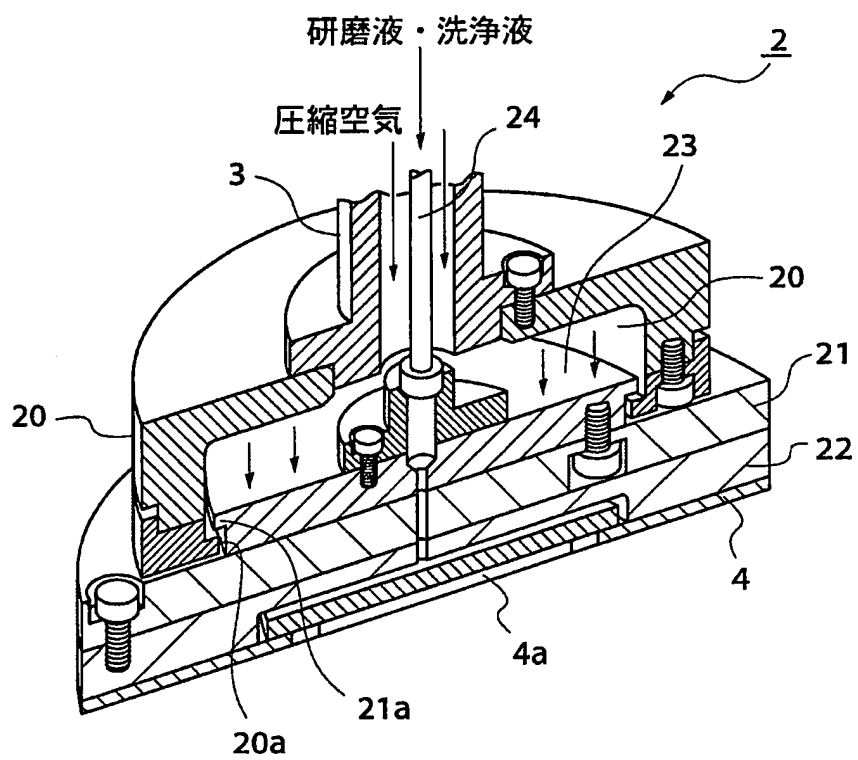
3/11

第3図



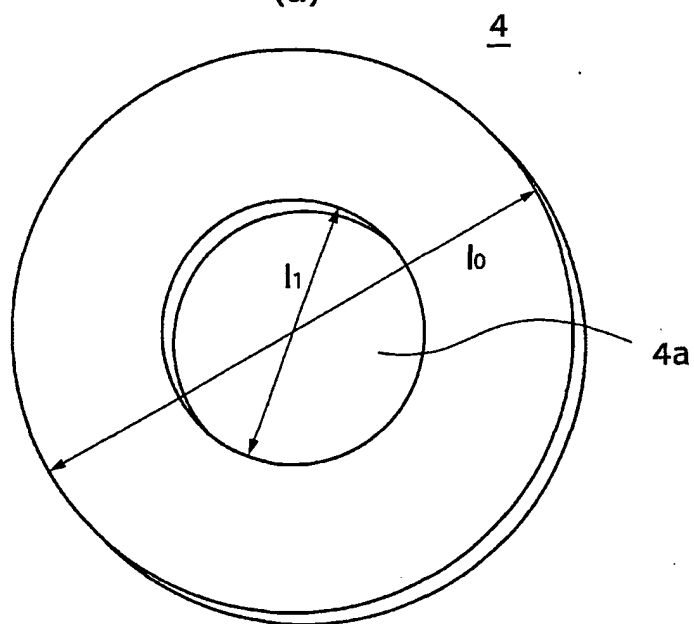
4/11

第4図

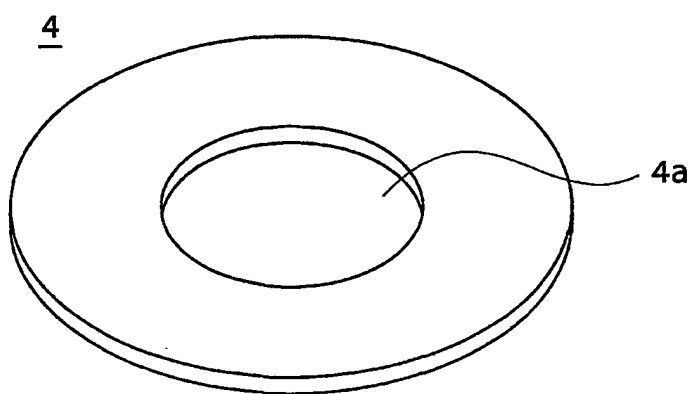


5/11

第5図
(a)

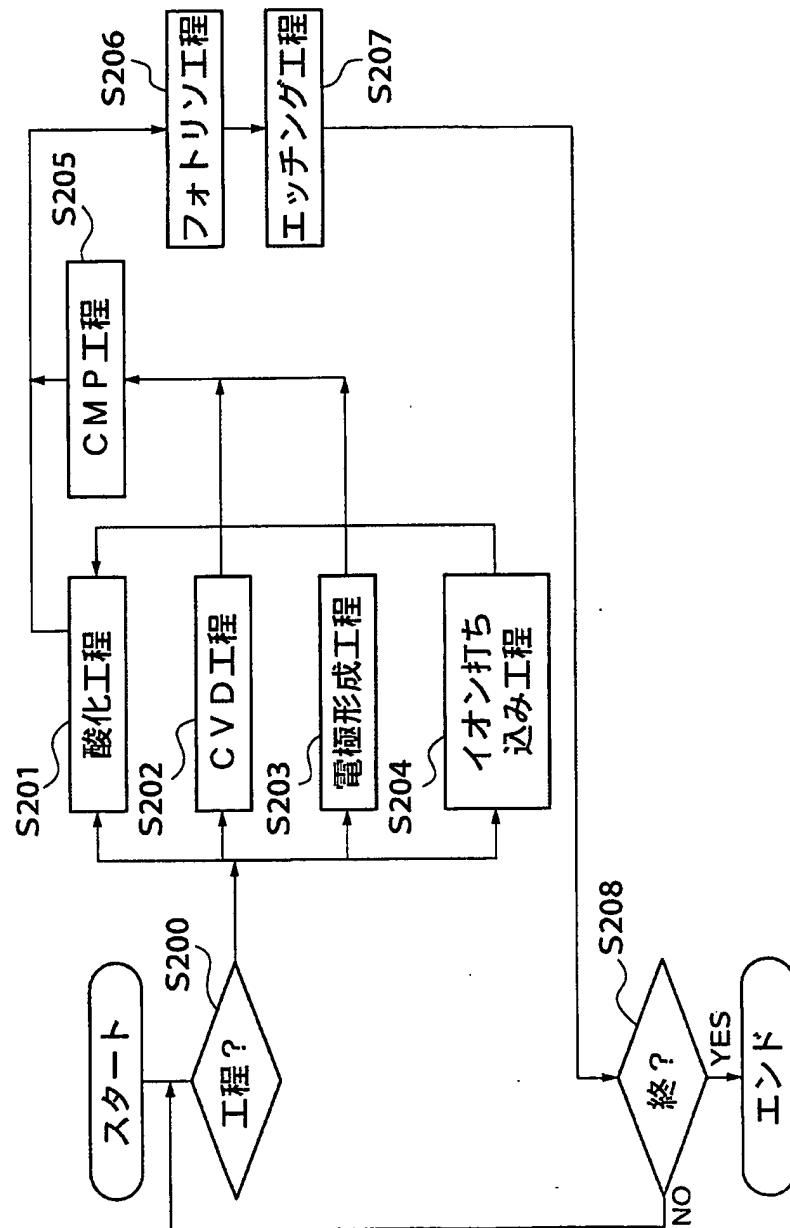


(b)

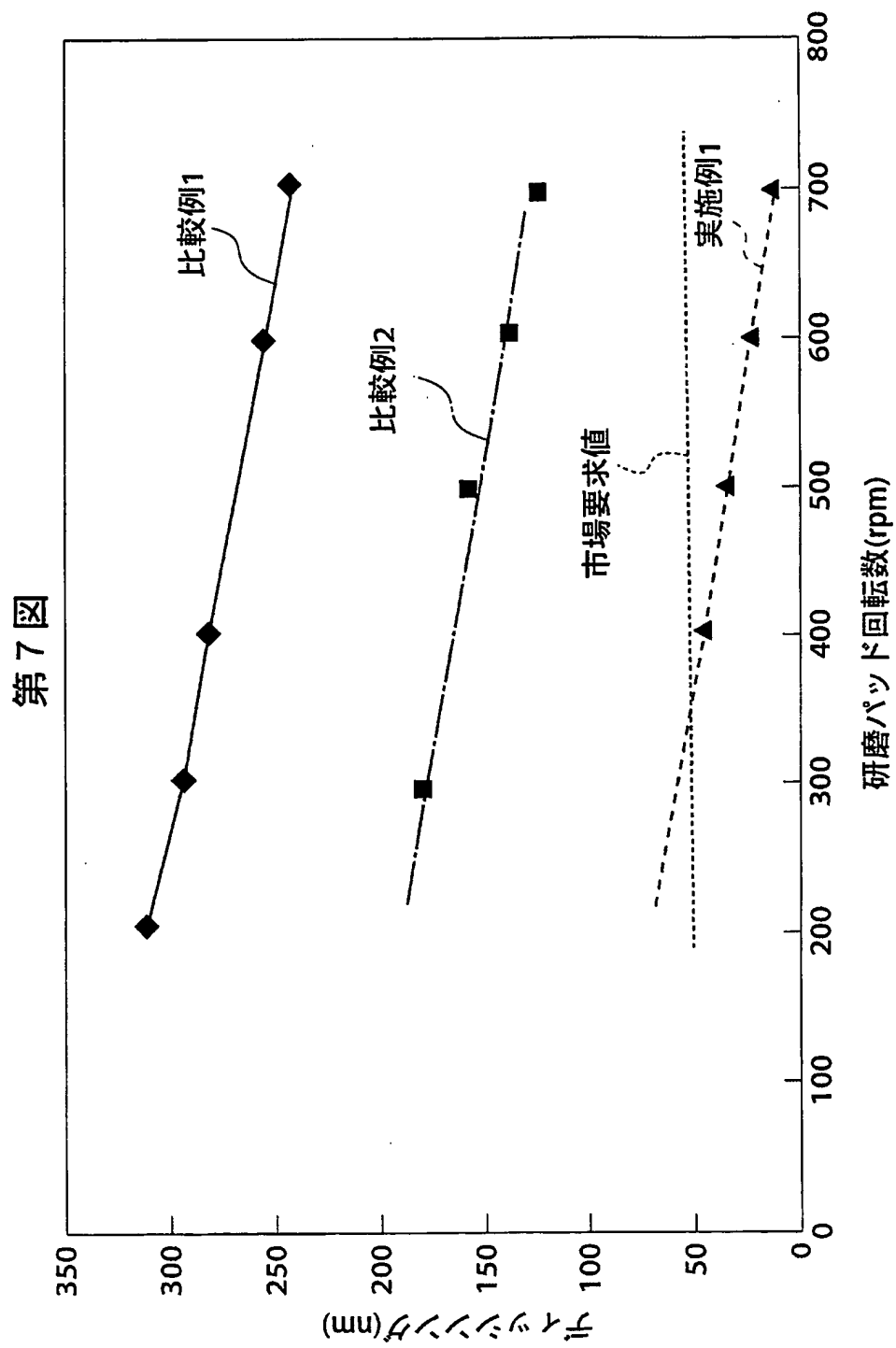


6 / 11

第6図

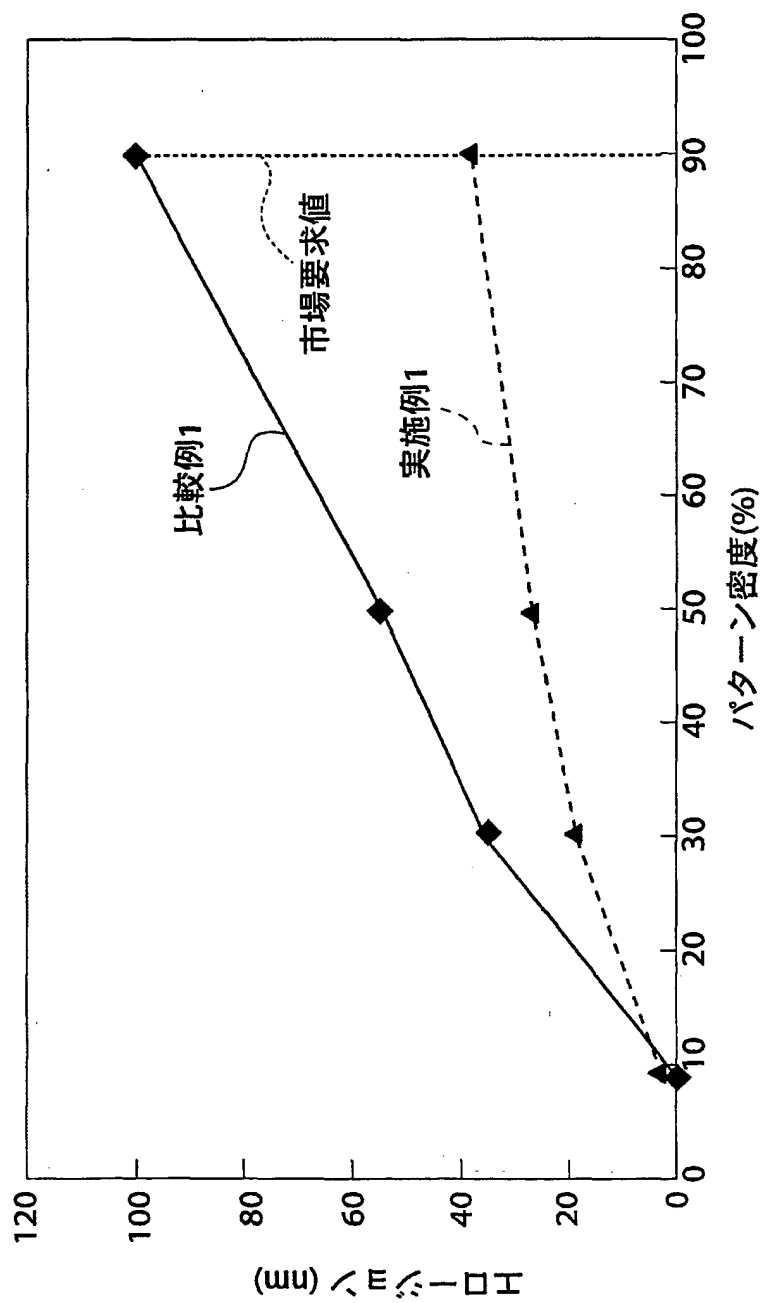


7/11

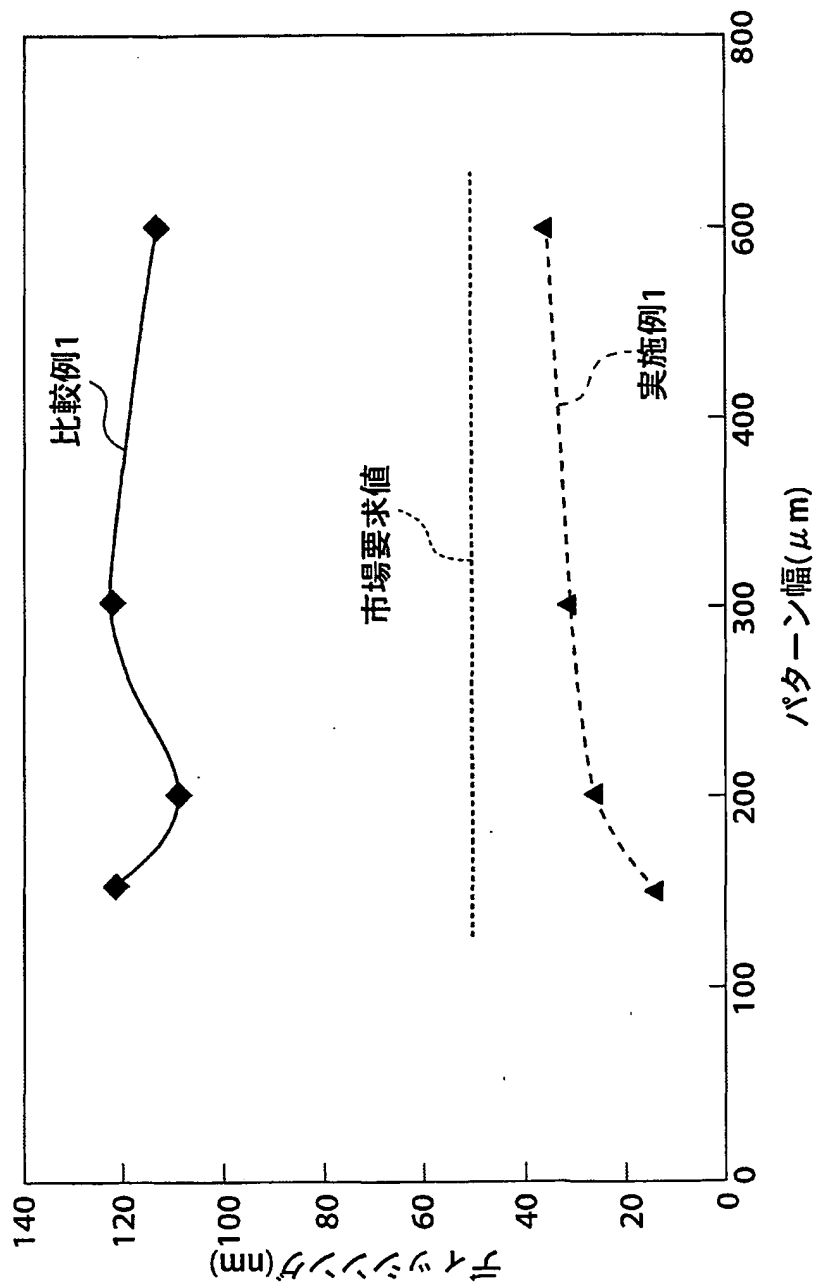


8/11

第8図

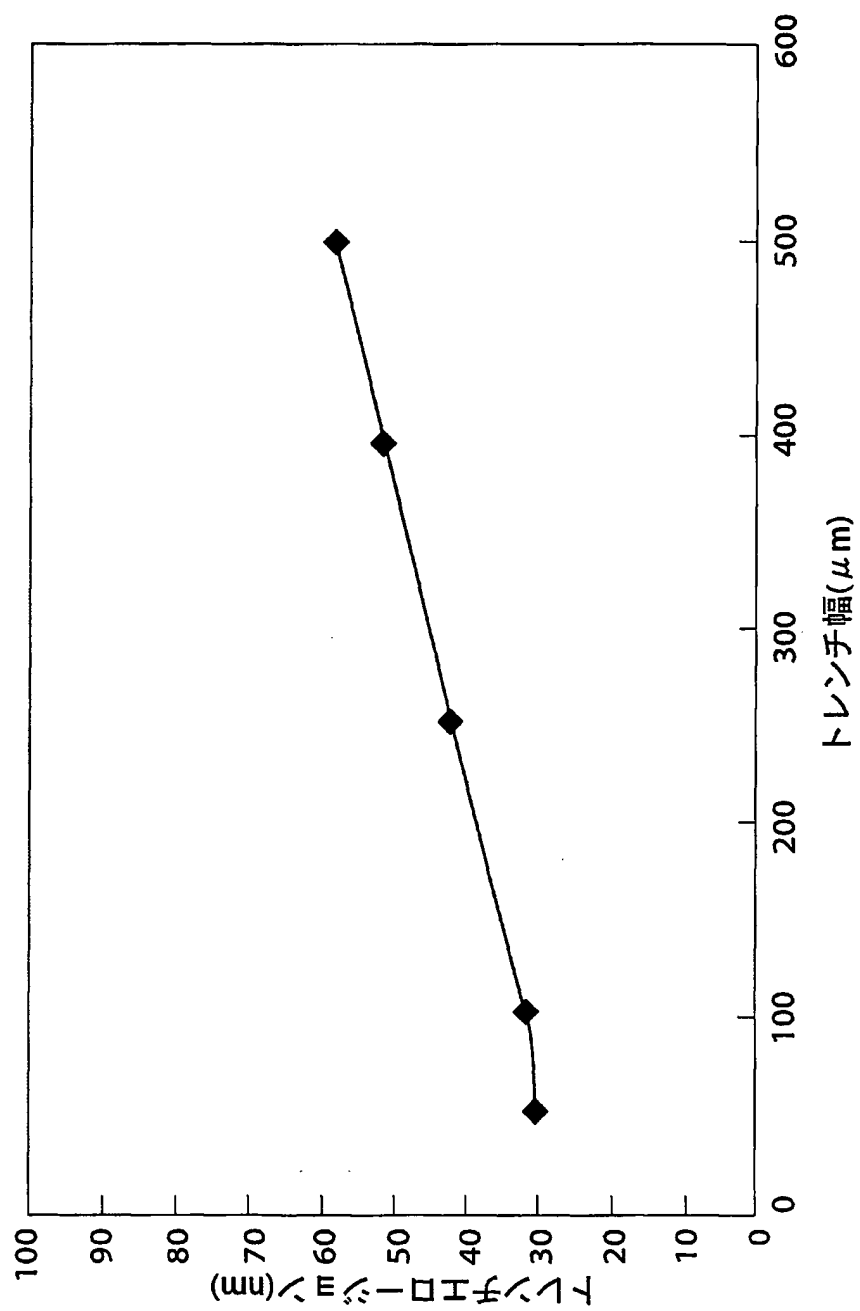


第9図

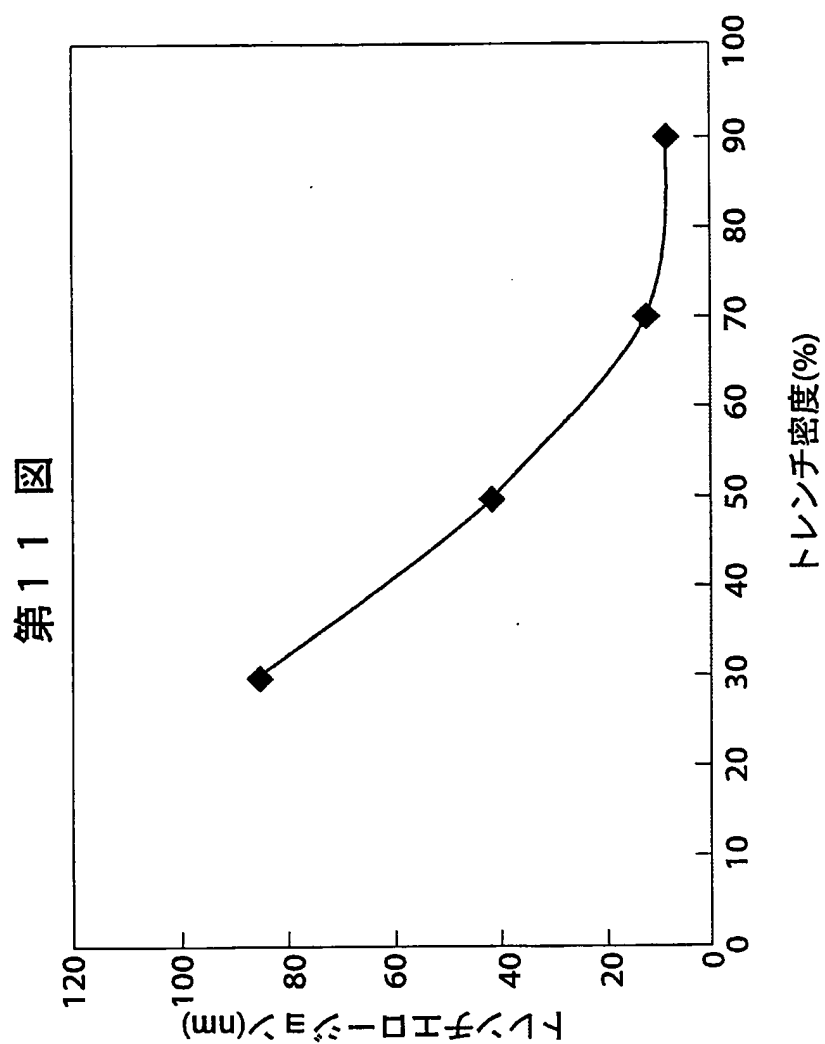


10/11

第10図



11/11



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP01/00693

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl.⁷ H01L21/304, B24B37/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl.⁷ H01L21/304, B24B37/00, 37/04

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1926-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2001
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2001 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2001

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP, 10-34528, A (Sony Corporation), 10 February, 1998 (10.02.98), Claims; Figs. 1, 4 (Family: none)	1, 6-12 2-5
X Y	JP, 10-249721, A (Super Silicon Kenkyusho K.K.), 22 September, 1998 (22.09.98), Figs. 1 to 3 (Family: none)	1, 6-12 2-5
X Y	JP, 2000-141215, A (Sony Corporation), 23 May, 2000 (23.05.00), Par. No. [0039]; Fig. 2 (Family: none)	1, 12 2-11
X Y	JP, 11-77515, A (TOSHIBA MACHINE CO., LTD.), 23 March, 1999 (23.03.99), Par. No. [0018]; Fig. 4 (Family: none)	1, 12 2-11
X Y	US, 5435772, A (Motorola, Inc.), 25 July, 1995 (25.07.95), column 3, lines 33 to 52; Figs. 5, 6 (Family: none)	1, 12 2-11

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
 "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 "E" earlier document but published on or after the international filing date
 "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
 "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
 "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
 "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
 "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
 "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
 "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
23 April, 2001 (23.04.01)

Date of mailing of the international search report
01 May, 2001 (01.05.01)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP01/00693

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	US, 5020283, A (Micron Technology, Inc.), 04 June, 1991 (04.06.91), column 1, lines 35 to 46; Figs. 1A, 1B & EP, 439124, A2	1, 12 2-11
Y	JP, 2000-6004, A (NEC Corporation), 11 January, 2000 (11.01.00) Claims; Figs. 1, 2, 4 (Family: none)	1-12

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H01L21/304, B24B37/00

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H01L21/304, B24B37/00, 37/04

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1926-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2001年
日本国実用新案登録公報	1996-2001年
日本国登録実用新案公報	1994-2001年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X Y	JP, 10-34528, A (ソニー株式会社) 10. 2月. 1998 (10. 02. 98) 特許請求 の範囲, 図 1, 4 (ファミリーなし)	1, 6-12 2-5
X Y	JP, 10-249721, A (株式会社スーパーシリコン研究所) 22. 9月. 1998 (22. 09. 98) 図 1-3 (ファミリーなし)	1, 6-12 2-5
X Y	JP, 2000-141215, A (ソニー株式会社) 23. 5月. 2000 (23. 05. 00) 【0039】, 図 2 (ファミリーなし)	1, 12 2-11

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

23. 04. 01

国際調査報告の発送日

01.05.01

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

鈴木 充

3P

8916

電話番号 03-3581-1101 内線 3363

C (続き) 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP, 11-77515, A (東芝機械株式会社) 23. 3月. 1999 (23. 03. 99)	1, 12
Y	【0018】, 図4 (ファミリーなし)	2-11
X	US, 5435772, A (Motorola, Inc.) 25. 7月. 1995 (25. 07. 95)	1, 12
Y	第3欄第33-52行, Fig5, 6 (ファミリーなし)	2-11
X	US, 5020283, A (Micron Technology, Inc.) 4. 6月. 1991 (04. 06. 91)	1, 12
Y	第1欄第35-46行, Fig1A, 1B&EP, 439124, A2	2-11
Y	JP, 2000-6004, A (日本電気株式会社) 11. 1月. 2000 (11. 01. 00) 特許請求の範囲, 図1, 2, 4 (ファミリーなし)	1-12